

CLIPPEDIMAGE= JP411067812A

PAT-NO: JP411067812A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11067812 A

TITLE: GOLD AND SILVER ALLOY THIN WIRE FOR
SEMICONDUCTOR DEVICE

PUBN-DATE: March 9, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

UNO, TOMOHIRO

TATSUMI, KOHEI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NIIPPON STEEL CORP

N/A

APPL-NO: JP09223981

APPL-DATE: August 20, 1997

INT-CL (IPC): H01L021/60;H01B001/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gold and silver alloy thin wire containing a high- concentration silver, and having a high junction reliability in junction with an aluminum electrode, at a low material cost.

SOLUTION: This thin wire contains Ag in a range from 20 to 45 vol.%, and furthermore contains at least one of Cu, Pd and Pt from 0.2 to 5 vol.% as a

total amount, or at least one of Mn and Cr from
0.01 to 0.3 vol.% as a total
amount. The residue comprises gold and unavoidable
impurities. The thin wire
may further contain at least one kind of Ca, In and
rare-earth element from
0.001 to 0.1 vol.% as a total amount, as required.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-67812

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
H 0 1 L 21/60	3 0 1	H 0 1 L 21/60	3 0 1 F
H 0 1 B 1/02		H 0 1 B 1/02	Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-223981

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月20日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町 2丁目 6番 3号

(72) 発明者 宇野 智裕

川崎市中原区井田 3丁目 35番 1号 新日本

製鐵株式会社技術開発本部内

(72) 発明者 巽 宏平

川崎市中原区井田 3丁目 35番 1号 新日本

製鐵株式会社技術開発本部内

(74) 代理人 弁理士 岸田 正行 (外 3名)

(54) 【発明の名称】 半導体素子用金銀合金細線

(57) 【要約】

【課題】 高濃度の銀を含有して、且つ、アルミニウム電極との接合において高い接合信頼性を有する、材料費の安価な金銀合金細線を提供する。

【解決手段】 Agを20～45重量%の範囲で含有し、さらにCu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2～5重量%、あるいはMn、Crの少なくとも1種を総計で0.01～0.3重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。上記金銀合金細線は、更に必要に応じてCa、In、希土類元素の少なくとも1種を総計で0.001～0.1重量%の範囲で含有する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Agを20～45重量%の範囲で含有し、さらにCu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2～5重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。

【請求項2】 Agを20～45重量%の範囲で含有し、Cu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2～5重量%の範囲で含有し、さらにCa、In、希土類元素の少なくとも1種を総計で0.001～0.1重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。

【請求項3】 Agを20～45重量%の範囲で含有し、さらにMn、Crの少なくとも1種を総計で0.01～0.3重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。

【請求項4】 Agを20～45重量%の範囲で含有し、Mn、Crの少なくとも1種を総計で0.01～0.3重量%の範囲で含有し、さらにCa、In、希土類元素の少なくとも1種を総計で0.001～0.1重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。

【請求項5】 Agを20～45重量%の範囲で含有し、Cu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2～5重量%の範囲で含有し、Mn、Crの少なくとも1種を総計で0.01～0.3重量%の範囲で含有し、さらにCa、In、希土類元素の少なくとも1種を総計で0.001～0.1重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。

【請求項6】 半導体基板上の配線電極とリード上のAgメッキ面またはPdメッキ面との間を、請求項1乃至5記載の半導体素子用金銀合金細線によって接続したことを特徴とする半導体素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板上の電極と外部リードを接続するために使用されるボンディングワイヤに関するものである。

【0002】

【従来の技術】IC、LSIなどの半導体基板上の内部配線と、インナーリード部との電気的導通を得る接続法として、線径20～50 μ mの細線を用いたボンディングワイヤ法が主流である。この細線の材料としては、LSIの大半を占める樹脂封止する半導体では、金合金細線が広く用いられている。金合金細線の長所として、金は化学的に安定であることが挙げられる。金合金細線は半導体基板上のアルミ電極との接続に用いるボール接合において、大気中でのワイヤ溶融時の酸化の心配がな

く、真球で清浄なボールが容易に得られ、超音波を併用した熱圧着により良好な接合性が得られており、高速接合、量産性に優れている。

【0003】金合金細線は上記のように優れた特性を有するが、原料である金が高価であり、金合金細線の製造方法を改善するだけではコストを大幅に低減することができず、半導体素子の価格低減をはばむ要因の一つとなっている。ボンディングワイヤとしての特性を具備した上で、高価な金の使用量を削減することができれば、半導体素子の製造コスト削減に寄与するところは大きい。

【0004】現状の半導体素子用金合金細線のほとんどすべては、特性発現のために添加する不純物の総量を0.01%以下におさえた、純度が99.99% (4N:フォーナイン)の高純度細線が用いられているのが現状であり、高機能化した半導体の開発が進む中でも、主原料としての金の成分範囲には大きな変動はみられていない。最近では、不純物総量として1%程度含有する合金細線の検討もされているが、さらなる低コスト化のメリットを重視した、数%程度の合金化を達成した金合金細線が使用された事例はみられない。

【0005】Agは金中に全率固溶する金属であり、金中に高濃度の添加をする試みがなされてきた。Agの高濃度添加では、特開昭55-158642号公報において、低コスト化と硫化による細線表面の変色などを考慮して、Agの添加範囲として20～50重量%が開示されている。また特開昭56-19628号公報においては、Ag添加により高温での機械的強さ特に破断強さに優れ、且つ接合部の引張強さに優れていることを考慮して、Agの添加範囲として19～59重量%と他元素群Pd、Pt、Rh、Ir、Os、Ruを0.0003～0.1重量%との併用について開示されており、また特開昭56-19629号公報においては、同様の効果を得るためのAgの添加範囲として19～59重量%と、他元素群Be、Ca、Co、Fe、Niを0.0003～0.1重量%との併用について開示されている。ただし、実際の量産に用いられる半導体素子用細線としては、Agを高濃度含有した金銀合金細線は用いられていない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らの研究により、従来知られている上記のAgを高濃度に含有した金銀合金細線は、純金に比較してワイヤの引張強度は改善されているものの、特に高温に長時間曝される過酷な条件で用いられる半導体素子に対しては、金銀合金細線と半導体基板のアルミ電極との接合の信頼性が十分でないとの問題点が明らかになった。

【0007】特に高温に長時間曝される過酷な条件で用いられる半導体素子に対してAgを高濃度に含有させた金銀合金細線を用いるためには、過酷な条件における信頼性を確保しなければならない。本発明は、高濃度のAgの含有によって半導体素子用金銀合金細線中の金の含

有量を大幅に低減して半導体製造コストの削減を実現すると共に、上記問題点を解決することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その要旨とするところは以下のとおりである。

(1) Agを20~45重量%の範囲で含有し、さらにCu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2~5重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。

(2) Agを20~45重量%の範囲で含有し、Cu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2~5重量%の範囲で含有し、さらにCa、In、希土類元素の少なくとも1種を総計で0.001~0.1重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。

(3) Agを20~45重量%の範囲で含有し、さらにMn、Crの少なくとも1種を総計で0.01~0.3重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。

(4) Agを20~45重量%の範囲で含有し、Mn、Crの少なくとも1種を総計で0.01~0.3重量%の範囲で含有し、さらにCa、In、希土類元素の少なくとも1種を総計で0.001~0.1重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。

(5) Agを20~45重量%の範囲で含有し、Cu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2~5重量%の範囲で含有し、Mn、Crの少なくとも1種を総計で0.01~0.3重量%の範囲で含有し、さらにCa、In、希土類元素の少なくとも1種を総計で0.001~0.1重量%の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子用金銀合金細線。

(6) 半導体基板上の配線電極とリード上のAgメッキ面またはPdメッキ面との間を、上記(1)乃至(5)に記載の半導体素子用金銀合金細線によって接続したことを特徴とする半導体素子。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明に係る半導体素子用金銀合金細線は、Agを20~45重量%の範囲で含有し、さらにCu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2~5重量%、あるいはMn、Crの少なくとも1種を総計で0.01~0.3重量%の範囲で含有することを特徴とする。

【0010】Agを20重量%以上含有する理由は、20重量%以上であれば金の含有量の減少に伴って材料費を大幅に低減できるからである。また、金中にAgを含有する結果として、細線を半導体素子のボンディングワイヤとして使用する場合は強度が確保され、ボールボン

ディング後のネック部での破断の発生が回避でき、更に形成したループがたわんで隣のループと接触を起こすことが回避できる。一方、Agの含有量を45重量%以下とする理由は後述する。

【0011】本発明者らは、高温長時間の過酷な使用環境においてボンディングワイヤとアルミ電極との接合部の強度が保持されるかどうかを評価する新たな接合信頼性評価試験を導入し、評価を行った。即ち、ボンディングワイヤを半導体基板のアルミ電極にボール接合した接合部を、樹脂封止しない状態で窒素ガス中において200℃で200時間加熱処理した後に、シェアテストによって接合強度の変化を評価した。その結果、Agを20重量%以上の範囲で含有し、残部が金および不可避不純物からなる金銀合金細線は、上記高温加熱テストを経た後においてアルミ電極との接合部の接合強度が低下することが明らかになった。

【0012】金銀合金細線とアルミ電極との接合部の信頼性の低下は、金中に高濃度含有するAgの影響により、接合部において金属間化合物相の成長が変化して、通常金細線とは異なる金属間化合物相が成長したためである。この化合物成長を制御するために、合金化元素の添加が有効であることを見出した。即ち、Agの濃度域として20~45重量%を含有する金銀合金細線に、さらにCu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2~5重量%、あるいはMn、Crの少なくとも1種を総計で0.01~0.3重量%の範囲で含有させることにより、アルミ電極との接続部が高温保管された後でも接合強度が低下しないことを見出した。Cu、Pd、Ptの含有量を上記範囲と定めたのは、0.2重量%未満であれば上記効果は小さく、5重量%を超えるとボール部が硬化するため接合時に半導体素子に損傷を与えることが懸念され、それを回避するために接合時の変形を軽減すると接合強度がむしろ低下するという理由に基づくものである。Mn、Crの含有量を上記範囲と定めたのは、0.01重量%未満では上記効果は小さく、0.2重量%を超えると、真球で清浄なボール部を得ることが困難となるためである。更に、Agの含有量の上限を45重量%と定めたのは、45重量%を超えると、上記の第3元素の添加による加熱後のアルミ電極との接合信頼性の改善効果が損なわれ、加熱後のアルミ電極との接合信頼性が著しく低下するためである。

【0013】さらに好ましくは、上記濃度域内において、Agの含有濃度(X1)%と、Cu、Pd、Ptの元素群の濃度(X2)%の併用に関しては、 $X2/X1$ の比率を0.01~0.3の範囲内とすると、信頼性のより一層の向上効果がえられる。また、この比率における優れた効果は、下述する他元素群と併用しても、ほぼ同様である。

【0014】さらにMn、Crを上記添加量範囲で添加する他の効果として、樹脂封止された接合部において信

信頼性が向上する。従来の金細線を用いて、樹脂封止後に加熱されると、接合部に成長した金属間化合物相が樹脂成分と腐食反応を起こして、電気抵抗の増加および接合強度の低下を引き起こす。金銀の合金細線においても同様の現象が起こるが、Mn、Crを含有することにより、その腐食反応が抑制される。

【0015】金中にAgを20～45重量%含有し、Cu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2～5重量%の範囲の含有する細線に、さらにCa、In、希土類元素を併用させた金銀合金細線では、アルミ電極との接合部信頼性が向上することに加えて、樹脂封止工程における細線の変形量が低減することが判明した。これは、高温強度が増加することと関連するものである。Ca、In、希土類元素の含有量を上記範囲と定めたのは、0.001重量%未満であれば上記効果は小さく、0.1重量%を超えると細線の強度が高いため、ワイヤのループ形成時の曲がり変形が増加し、さらに樹脂封止後の細線の変形量のバラツキが大きくなるためである。

【0016】金中にAgを20～45重量%含有し、Mn、Crの少なくとも1種を総計で0.01～0.2重量%の範囲で含有させ、さらにCa、In、希土類元素の少なくとも1種を総計で0.001～0.1重量%の範囲で含有させると、アルミ電極との接合部信頼性が向上することに加えて、ループ形成時の曲がり変形を低減させることにより、狭ピッチ接合に好適であることが判明した。Ca、In、希土類元素の含有量を上記範囲と定めたのは、0.001重量%未満であれば上記効果は小さく、0.1重量%を超えると伸線後に熱処理を施しても伸線時の加工ぐせを低減することが困難になり、ワイヤのループ形成時の曲がり変形が増加するためである。

【0017】金中にAgを20～45重量%含有し、Cu、Pd、Ptの少なくとも1種を総計で0.2～5重量%の範囲の含有する細線に、Mn、Crの少なくとも1種を総計で0.01～0.2重量%の範囲で含有させ、さらにCa、In、希土類元素の少なくとも1種を総計で0.001～0.1重量%の範囲で含有させると、細線化と接合信頼性の大幅な向上に有効である。ワイヤの細線化では樹脂封止時の細線の変形が最も懸念されており、上記元素群の組合せにより、高温強度が増加するため、細線の変形量が低減される。線径として、現状の25μmに対して、上記元素群の組合せでは、18μmまでは細線化しても、樹脂封止時の細線の変形が実用可能な範囲に抑えられている。さらに、樹脂封止された接合部の信頼性について、過酷な信頼性評価試験として200℃で500時間加熱した後の接合強度を評価したところ、上記元素群の組合せにおいては、接合強度の低下は認められず、高い信頼性が確保されていることが確認された。ここで、含有量を上記範囲と定めたのは、それぞれの元素群について前述したことと、ほぼ同様の

理由に基づくものである。

【0018】

【実施例】以下、実施例について説明する。金純度は約99.995重量%以上の電解金を、Ag純度は99.95%以上の高純度のものを用いた。前述の各添加元素群を含有する母合金を個別に高周波真空溶解炉で溶解鑄造して母合金を溶製した。このようにして得られた各添加元素の母合金の所定量と金純度が約99.995重量%以上の電解金とにより、表1～4に示す化学成分の金合金を高周波真空溶解炉で溶解鑄造し、その鑄塊を圧延した後に常温で伸線加工を行い、必要に応じて金合金細線の中間焼鈍工程を加え、さらに伸線工程を続け、最終線径が25μmの金合金細線とした後に、連続焼鈍して伸び値が4%程度になるように調整した。得られた金合金細線について、半導体素子用途のボンディング性を中心とした使用性能などを調べた結果を表1～4に併記した。

【0019】「ボール形状」については、ワイヤボンディングに使用される高速自動ボンダーを使用して、アーケ放電によりワイヤ先端に作製した金銀合金ボールを10本採取し、走査型電子顕微鏡で観察した。ボール形状が異常なもの、ボール先端部において収縮孔の発生が認められるもの等半導体素子上の電極に良好な接合ができないものを△印で、形状が真球で表面も清浄である良好なボールについて○印で示した。

【0020】ボール接合部の接合強度については、アルミ電極の2μm上方で治具を平行移動させて剪断破断を読みとるシェアテスト法で測定し、40本の破断荷重の平均値を測定し、「接合直後シェア強度」とした。さらに金ボールをアルミニウム電極に接合した半導体装置を樹脂封止しない状態で、窒素ガス中において200℃で200時間加熱処理した後に、40本のシェアテストの平均値により接合強度の変化を評価し、「加熱後シェア強度」とした。

【0021】金銀合金細線のループ形成時のワイヤ曲がり、ワイヤ両端の接合距離（スパン）が4.5mmとなるようボンディングしたワイヤを半導体素子とほぼ垂直上方向から観察し、ワイヤ中心部からワイヤの両端接合部を結ぶ直線と、ワイヤの曲がり最大の部分との垂直線の距離を投影機を用いて50本測定した平均値で、「接合後のワイヤ曲がり」として示した。

【0022】樹脂封止後のワイヤ流れの測定に関しては、ワイヤのスパンとして4.5mmが得られるようボンディングした半導体素子が搭載されたリードフレームを、モールド装置を用いてエポキシ樹脂で封止した後に、軟X線非破壊検査装置を用いて樹脂封止した半導体素子内部をX線投影し、前述したワイヤ曲がりと同等の手順によりワイヤ流れが最大の部分の流れ量を40本測定し、その平均値をワイヤのスパン長さで除算した値（百分率）を封止後のワイヤ流れと定義した。その平均値を「樹脂封止ワイヤ流れ」とし、40本測定結果の

標準偏差を「樹脂封止ワイヤ流れ偏差」とした。

【0023】接合部における腐食調査としては、金細線を接合した半導体装置をエポキシ樹脂で封止した後に、窒素ガス中において200℃で200時間加熱処理した後に、ボール接合部を垂直研磨し、接合界面に成長した金とアルミニウムの金属間化合物層の腐食を観察した。金属間化合物層は灰色を呈し、腐食が進行した化合物層は褐色になり容易に識別可能であることを利用して、ボール接合部における金属間化合物の腐食の進行を調べた。金属間化合物の腐食進行としては、ボール接合部の

研磨断面において腐食領域長さ(b)が金属間化合物層成長の長さ(a)に占める割合で評価したものであり、腐食部が占める割合(a/b)を30個のボール接合部で平均した値が、5%以下では腐食の抑制が顕著であると判断して◎印、40%以上で腐食が顕著なものは△印、その中間である5%~40%のものは○印で、「化合物腐食度」として表記した。

【0024】

【表1】

No.	成分組成 (重量%)											ボール 形状	接線後 のワイヤ 曲がり μm	樹脂封 止ワイヤ 流れ %	樹脂封 止ワイヤ 流れ 差/%	接合直 後強度 gf	加熱後 強度 gf	化合物 腐食度	No.	
	Ag	Cu	Pd	Pt	Os	In	Ge	La	Y	Mn	Or									Au
1	21	1	0.5									残	35.6	4.5	0.2	46.1	46.8	○	1	
2	30		1									残	37.2	4.2	0.2	45.8	46.5	○	2	
3	43	1		0.5								残	38.0	4.1	0.2	52.1	52.6	○	3	
4	30	0.25										残	36.8	4.4	0.2	53.9	50.9	○	4	
5	30	3.5										残	35.6	4.0	0.2	57.3	57.8	○	5	
6	30		0.25									残	35.5	4.5	0.2	54.2	51.8	○	6	
7	30		4									残	36.6	3.9	0.2	58.2	58.9	○	7	
8	30			0.25								残	35.2	4.6	0.2	54.3	50.3	○	8	
9	30			4								残	36.7	4.2	0.2	57.0	57.7	○	9	
10	30		0.1									残	35.7	4.1	0.2	54.1	52.4	○	10	
11	30	0.1	0.05	0.05								残	35.4	4.0	0.2	57.2	54.1	○	11	
12	30	1.5	1.5	1								残	35.5	4.1	0.2	58.1	58.7	○	12	
13	30	1.0	1.0		0.003							残	29.9	2.2	0.2	59.2	60.0	○	13	
14	30	1.0	1.0		0.05							残	27.1	1.9	0.2	58.5	59.3	○	14	
15	30		1.0	1.0		0.003						残	30.5	2.3	0.2	57.8	58.6	○	15	
16	30		1.0	1.0		0.08						残	26.8	1.8	0.2	58.4	59.1	○	16	
17	30	1.0	1.0				0.003					残	31.5	2.3	0.2	57.9	58.6	○	17	
18	35	1.0	1.0				0.05					残	27.0	2.2	0.2	59.1	59.6	○	18	
19	30	1.0		1.0				0.003				残	31.7	2.4	0.2	58.2	58.9	○	19	
20	30	1.0		1.0				0.04				残	27.1	1.8	0.2	57.7	58.2	○	20	

表 1

本

発

明

例

11

表2

No.	成分組成 (重量%)										ボール 形状	接合後 のワイヤ 曲がり μm	樹脂封 止ワイヤ 流れ %	樹脂封 止ワイヤ 流れ偏 差/%	接合直 後シヤ 強度 gf	加熱後 シヤ強 度 gf	化合物 腐食度	No.		
	Ag	Cu	Pd	Pt	Ca	In	Ce	La	Y	Mn									Or	Au
21	35	1.0	1.0						0.003			残	○	30.9	2.4	0.2	56.8	57.5	○	21
22	30	1.0	1.0						0.05			残	○	26.4	2.0	0.2	57.4	58.2	○	22
23	30	1	1.0		0.002		0.001		0.001			残	○	26.8	2.2	0.2	57.2	57.8	○	23
24	40	1.0	1.0	1.0	0.005	0.01	0.005	0.005	0.005			残	○	25.6	1.8	0.2	58.5	58.2	○	24
25	30									0.02		残	○	35.7	4.9	0.2	55.8	57.5	◎	25
26	40									0.15		残	○	38.1	5.0	0.2	57.1	58.7	◎	26
27	30										0.02	残	○	36.7	4.8	0.2	56.8	58.5	◎	27
28	35										0.1	残	○	36.0	4.7	0.2	55.8	57.5	◎	28
29	30									0.1	0.05	残	○	35.9	4.8	0.2	47.9	48.4	◎	29
30	30					0.005	0.005			0.08		残	○	14.7	1.9	0.2	58.4	59.2	◎	30
31	30				0.02	0.02	0.005		0.005	0.08	0.05	残	○	13.5	2.0	0.2	58.2	58.9	◎	31
32	30		1.5	0.5		0.005		0.005	0.008	0.08	0.05	残	○	12.5	1.4	0.2	77.2	78.2	◎	32
33	30	1		0.5	0.01	0.01		0.01		0.1	0.06	残	○	10.8	1.4	0.2	78.5	79.4	◎	33

表2	本発明例
----	------

本 発 明 例

【0026】

【表3】

表3

No.	成分組成 (重量%)										ボール 形状	接線後 のワイヤ 止ワイヤ 曲がり μm	樹脂封 止ワイヤ 流れ %	樹脂封 止ワイヤ 流れ隔 差/%	接合直 後シェ 強度 gf	加熱後 シェ/強 度 gf	化合物 検査度	No.	
	Ag	Cu	Pd	Pt	Ca	In	Ce	La	Y	Mn									Cr
b1	30	0.1	0.1	0.1	0.0003		0.0003					残	34.8	4.8	0.2	54.1	54.2	○	b1
b2	30	0.1	0.1	0.1		0.0003		0.0003				残	35.0	4.6	0.2	53.5	52.7	○	b2
b3	30	0.1	0.1	0.1			0.0003		0.0003			残	34.4	4.7	0.2	54.3	54.0	○	b3
b4	30	0.1	0.1	0.1	0.0001	0.0001		0.0001				残	35.4	4.0	0.2	54.3	53.5	○	b4
b5	30	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1					残	32.5	3.8	0.4	55.5	54.5	○	b5
b6	30	0.1	0.1	0.1		0.1		0.1				残	32.4	3.7	0.4	54.3	53.9	○	b6
b7	30	0.1	0.1	0.1			0.1		0.1			残	33.8	3.8	0.5	55.5	54.0	○	b7
b8	30	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05		0.05			残	32.8	3.8	0.4	56.1	55.4	○	b8
b9	30					0.0001	0.0001		0.0001	0.04	0.05	残	32.8	3.8	0.2	55.2	58.9	○	b9
b10	30				0.05		0.05	0.05		0.05	0.05	残	40.8	3.6	0.3	55.5	62.2	○	b10

13

(8)

特開平11-67812

14

【0027】
【表4】

10

20

30

40

15

16

表4	成分組成 (重量%)													ボール 形状、 μm	接合後 のワイヤ 曲がり μm	樹脂封 止ワイヤ 流れ %	樹脂封 止ワイヤ 流れ 差/%	接合直 後強度 gf	加熱後 強度 gf	化合物 腐食度	No.
	成分組成 (重量%)																				
	No.	Ag	Cu	Pd	Pt	Ca	In	Ce	La	Y	Mn	Cr	Au								
比	1	0											残	○	39.1	6.1	0.3	53.6	48.8	△	1
較 例	2	25											残	○	36.5	5.2	0.2	54.7	12.1	○	2
	3	30											残	○	35.8	5.0	0.2	55.0	13.4	○	3
	4	30	0.1										残	○	36.5	4.8	0.2	53.8	22.5	○	4
	5	30	6										残	○	32.1	3.8	0.2	53.5	52.5	○	5
	6	30		0.1									残	○	35.8	4.7	0.2	53.2	30.5	○	6
	7	30		7									残	○	31.8	4.0	0.2	53.7	21.5	○	7
	8	30			0.1								残	○	36.0	4.7	0.2	54.0	22.2	○	8
	9	30			6								残	○	32.0	4.1	0.2	53.7	52.8	○	9
	10	30	0.05	0.05	0.05								残	○	35.9	4.1	0.2	53.5	20.4	○	10
	11	30	2	2	2								残	○	31.9	4.2	0.2	53.5	53.0	○	11
	12	30									0.01		残	○	37.1	4.5	0.2	54.5	21.2	○	12
	13	30									0.35		残	△	37.5	4.2	0.2	40.5	55.9	◎	13
	14	30										0.01	残	○	37.1	4.3	0.2	53.8	22.1	○	14
	15	30										0.35	残	△	36.1	4.1	0.2	41.5	53.8	◎	15
	16	30				0.01		0.01			0.01		残	○	37.2	4.7	0.2	54.6	22.4	○	16
	17	30					0.01		0.01	0.01	0.01		残	○	37.4	4.6	0.2	54.8	21.7	○	17

表4

比較例

【0028】表1、2において、実施例1～12は本発明の請求項1記載の発明に係るものであり、実施例13～24は請求項2、実施例25～29は請求項3、実施例30、31は請求項4、実施例32、33は項記載5に係る金銀合金細線の結果である。

【0029】また表3の実施例b1～b10は、Agの含有量が請求項1の範囲であることから本発明に関わる*50

*ものであるが、Ag以外の元素添加量が請求項2から請求項5に記載されている適正な含有量からはずれる金合金細線について、比較として示したものである。実施例b1～b8は請求項2に対する比較、実施例b9、b10は請求項4に対してCa、In、希土類元素の含有量が発明の範囲でない場合について、比較として示した。表4の比較例1～17は、本発明範囲外の例についての

結果である。

【0030】加熱後のシェア強度に関して、Agを含有しない高純度金である比較例1では低下は認められないが、比較例2、3ではAg濃度が20~45重量%の範囲でAgの単独添加においては、加熱後にシェア強度が低下していた。それに対し、Agおよび他の元素群が本発明の成分範囲である実施例1~33では、シェア強度の低下は認められず、非常に良好であった。例えば、Agの適正量に加えて、Cu、Pd、Ptの元素群を請求項1記載の範囲で含有する実施例1~12では、加熱後もシェア強度は上昇しており、Mn、Crの元素群を請求項3記載の範囲で含有する実施例25~29では、加熱後のシェア強度の低下も認められず、さらに樹脂封止後に加熱した接合においても化合物の腐食が抑制されていることが確認された。Mn、Crの含有量が0.01重量%未満である比較例12、14では上記効果は期待されず、一方、0.3重量%を超える比較例13、15では、ボール部の形状が真球からずれて扁平であった。

【0031】また、Agの含有濃度(X1)%とCu、Pd、Ptの元素群の濃度(X2)%との比率(X2/X1)に関して、0.01~0.3の範囲内である例えば実施例5、7、9、12、13では加熱後のシェア強度の低下はみられないが、実施例4、6、8、10、11では問題のないレベルではあるがシェア強度はわずかに低下していた。

【0032】Cu、Pd、Ptの元素群と、Ca、In、希土類元素の元素群とを、本発明の請求項2記載の範囲で含有する実施例13~24では、樹脂封止時のワイヤ流れが2.5%以下であり、他の金合金細線における4%以上の結果と比較しても、低く抑えられていることが確認された。ここで、Ca、In、希土類元素の含有量が0.001重量%未満である実施例b1~b4で

は流れ率の低減効果は小さく、0.1重量%を超える実施例b5~b8では樹脂封止ワイヤ流れ偏差が増大しており、量産性が懸念される。

【0033】Mn、Crの元素群と、Ca、In、希土類元素の元素群とを、本発明の請求項4記載の範囲で含有する実施例30、31では、接続後のワイヤ曲がり量が20μm以下であり、金細線の直径よりも小さく抑えられているのに対し、例えば含有量が上記範囲をはずれる実施例b9、b10ではワイヤ曲がり量が30μm以上であることと比較しても、4割以上低減している。

【0034】Cu、Pd、Ptの元素群と、Mn、Crの元素群と、さらにCa、In、希土類元素の元素群とを、本発明の請求項5記載の範囲で含有する実施例32、33では、樹脂封止時のワイヤ流れが1.5%以下に低減されていた。さらに細線化として、線径22μmの細線でも評価したところ、例えば実施例1、23、24、30では樹脂封止ワイヤ流れは3.5%以上であるのに対し、実施例32では樹脂封止ワイヤ流れは2.5%以下に抑えられており、細線化に適していることが確認された。また、樹脂封止した状態での加熱による信頼性試験において、200℃で200時間加熱した後の化合物腐食度は表に示しているが、さらに、200℃で500時間加熱した後に、開封してシェア試験を行う評価において、該元素群の組合せのみ、シェア強度の低下はみられず、過酷な高温条件での高い接合信頼性が確認された。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、高濃度の銀を適正範囲で含有させて、材料費の低減と、優れた接合信頼性を向上させた金銀合金細線を提供するものである。